



**Город Кострома**

---

**Актуализированная на 2026 год схема теплоснабжения  
города Костромы до 2035 года**

**ОБОСНОВЫВАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ К СХЕМЕ  
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

**Глава 3**

**Электронная модель системы теплоснабжения**

2025 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Перечень рисунков.....	3
1. Электронная модель системы теплоснабжения городского округа город Кострома.....	4
2. Графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе городского округа город Кострома и с полным топологическим описанием связности объектов.....	9
3. Паспортизация объектов системы теплоснабжения.....	14
4. Паспортизация и описание расчетных единиц территориального деления, включая административное.....	26
5. Гидравлический расчет тепловых сетей любой степени закольцованности, в том числе гидравлический расчет при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть.....	27
6. Моделирование всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии.....	31
7. Расчет балансов тепловой энергии по источникам тепловой энергии и по территориальному признаку.....	32
8. Расчет потерь тепловой энергии через изоляцию и с утечками теплоносителя.....	33
9. Расчет показателей надежности теплоснабжения.....	34
10. Групповые изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения.....	35
11. Сравнительные пьезометрические графики для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей.....	37
12. Описание изменений гидравлических режимов, определяемые в порядке, установленном методическими указаниями по разработке схем теплоснабжения, с учетом изменений в составе оборудования источников тепловой энергии, тепловой сети и теплопотребляющих установок за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения.....	38

## ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

<i>Рисунок 1.1– Пример температурного графика.....</i>	<i>6</i>
<i>Рисунок 1.1– Пример пьезометрического графика.....</i>	<i>7</i>
<i>Рисунок 1.1– Пример расчета годовых потерь тепла.....</i>	<i>8</i>
<i>Рисунок 2.1– Однолинейное изображение.....</i>	<i>9</i>
<i>Рисунок 2.1– Изображение тепловой сети на карте с привязкой к местности.....</i>	<i>13</i>

# **1. ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ГОРОД КОСТРОМА**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Под электронной моделью системы теплоснабжения городского округа город Кострома понимается математическая модель этой системы, привязанная к топографической основе городского округа, предназначенная для имитационного моделирования всех процессов, протекающих в системе теплоснабжения.

Электронная модель системы теплоснабжения городского округа Кострома предназначена для:

- 1) Хранения и актуализации данных о тепловых сетях и сооружениях на них, включая технические паспорта объектов системы теплоснабжения и графическое представление объектов системы теплоснабжения с привязкой к топографической основе города с полным топологическим описанием связности объектов;
- 2) Выполнения гидравлического расчета тепловых сетей (любой степени закольцованности), в том числе гидравлического расчета тепловых сетей при совместной работе нескольких источников тепловой энергии на единую тепловую сеть;
- 3) Моделирования всех видов переключений, осуществляемых в тепловых сетях, в том числе переключений тепловых нагрузок между источниками тепловой энергии;
- 4) Расчета энергетических характеристик тепловых сетей по показателю «потери тепловой энергии» и «потери сетевой воды»;
- 5) Группового изменения характеристик объектов (участков тепловых сетей, потребителей) по заданным критериям с целью моделирования различных перспективных вариантов схем теплоснабжения;
- 6) Расчета и сравнения пьезометрических графиков для разработки и анализа сценариев перспективного развития тепловых сетей;
- 7) Автоматизированного формирования пути движения теплоносителя до произвольно выбранного потребителя с целью расчета вероятности безотказной работы (надежности) системы теплоснабжения относительно этого потребителя;
- 8) Автоматизированного расчета отключенных от теплоснабжения потребителей при повреждении произвольного (любого) участка тепловой сети;
- 9) Определения существования пути движения теплоносителя до выбранного потребителя при повреждении произвольного участка тепловой сети;
- 10) Расчета эффективного радиуса теплоснабжения в зонах действия изолированных систем теплоснабжения на базе единственного источника тепловой энергии.

Расчетные модули электронной модели системы теплоснабжения городского округа город Кострома разработаны в программном комплексе ТеплоЭксперт, основой которого является географическая информационная система (ГИС) ТеплоЭксперт-ГИС. При помощи ГИС создана карта городского округа, на которую нанесены тепловые сети. Модули электронной модели позволяют произвести расчет тупиковых и кольцевых сетей многотрубных систем теплоснабжения с повысительными насосными станциями и дросселирующими устройствами, работающими от одного или нескольких источников. В модели предусмотрено выполнение теплогидравлического расчета системы централизованного теплоснабжения с потребителями, подключенными к тепловой сети по

различным схемам. Расчет систем теплоснабжения производится с учетом утечек из тепловой сети и систем теплопотребления, а также тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети. Расчет тепловых потерь ведется либо по нормативным потерям, либо по фактическому состоянию изоляции. Результаты расчетов представляются в табличном и графическом виде и могут быть экспортированы в MS Excel. Картографический материал и схемы тепловых сетей могут быть оформлены в виде документа с использованием макета печати.

Базовый комплекс электронной модели включает следующие расчетные модули:

- модуль наладочного расчета;
- модуль поверочного расчета;
- модуль конструкторского расчета;
- модуль расчета температурного графика;
- модуль построения пьезометрического графика;
- модуль решения коммутационных задач;
- модуль расчета нормативных потерь тепла через изоляцию.

*Наладочный расчет тепловой сети* выполняется с целью достижения качественного обеспечения всех потребителей, подключенных к тепловой сети, необходимым количеством тепловой энергии и сетевой воды при оптимальном режиме работы системы централизованного теплоснабжения в целом.

В результате наладочного расчета определяются номера элеваторов, диаметры сопел и дросселирующих устройств, а также места их установки. Расчет проводится с учетом различных схем присоединения потребителей к тепловой сети и степени автоматизации подключенных тепловых нагрузок. При этом на потребителях могут устанавливаться регуляторы расхода, нагрузки и температуры. В тепловой сети устанавливаются насосные станции, регуляторы давления, регуляторы расхода, кустовые шайбы и перемычки.

*Поверочный расчет тепловой сети* выполняется с целью определения фактических расходов теплоносителя на участках тепловой сети и у потребителей, а также количества тепловой энергии, получаемой потребителем при заданной температуре воды в подающем трубопроводе и располагаемом напоре на источнике.

Математическая имитационная модель системы теплоснабжения, предназначенная для решения поверочной задачи, позволяет анализировать гидравлический и тепловой режим работы системы, а также прогнозировать изменение температуры внутреннего воздуха у потребителей. Расчеты проводятся с различными исходными данными, в том числе при аварийных ситуациях: отключении отдельных участков тепловой сети, передаче воды и тепловой энергии от одного источника к другому по одному из трубопроводов и т.п. В качестве теплоносителя используется вода (могут использоваться антифриз или этиленгликоль).

Расчёт тепловых сетей проводится с учётом:

- утечек из тепловой сети и систем теплопотребления;
- тепловых потерь в трубопроводах тепловой сети;
- фактически установленного оборудования на абонентских вводах и тепловых сетях.

Поверочный расчет позволяет рассчитать любую аварию на трубопроводах тепловой сети и источнике теплоснабжения. В результате расчета определяются расходы и потери напора в трубопроводах, напоры в узлах сети, в том числе располагаемые напоры у

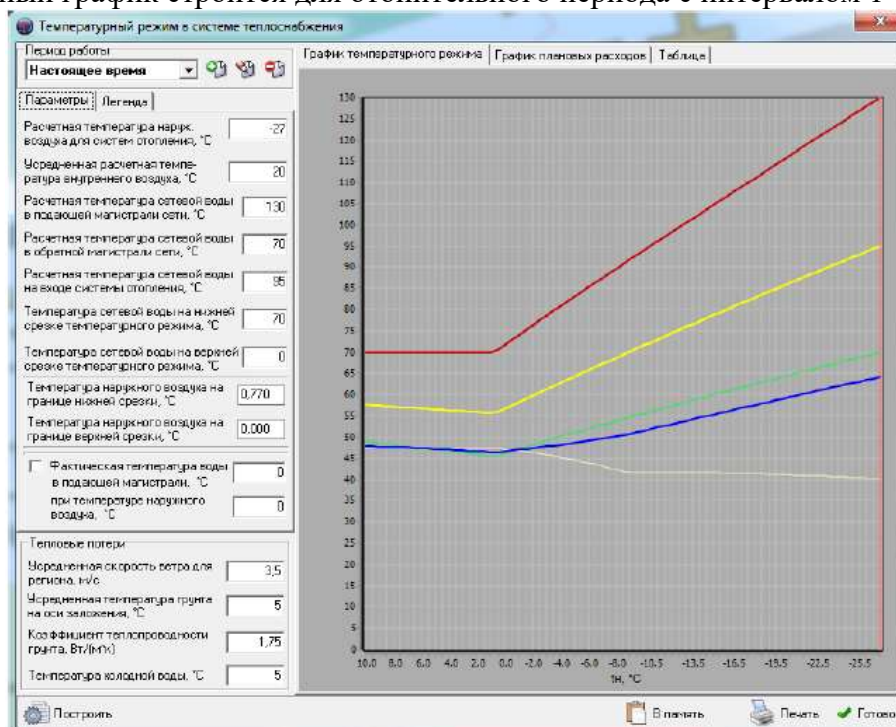
потребителей, температура теплоносителя в узлах сети (при учете тепловых потерь), температура внутреннего воздуха у потребителей, расходы и температура воды на входе и выходе в каждую систему теплопотребления. При работе нескольких источников на одну сеть определяется распределение воды и тепловой энергии между источниками. Подводится баланс по воде и отпущенной тепловой энергией между источником и потребителями. Определяются зоны влияния источников на сеть.

*Конструкторский расчет тепловой сети* выполняется с целью определения диаметров трубопроводов тупиковой и кольцевой тепловой сети при пропуске по ним расчетных расходов при заданном (или неизвестном) располагаемом напоре на источнике. Расчетный модуль используется при:

- проектировании новых тепловых сетей;
- реконструкции существующих тепловых сетей;
- выдаче разрешений на подключение новых потребителей к существующей тепловой сети.

В качестве источника теплоснабжения может использоваться любой узел системы теплоснабжения (например, тепловая камера). Для более гибкого решения задачи предусмотрена возможность задания для каждого участка тепловой сети либо оптимальной скорости движения воды, либо удельных линейных потерь напора. В результате расчета определяются диаметры трубопроводов, располагаемый напор в точке подключения, расходы, потери напора и скорости движения воды на участках сети.

*Расчет температурного графика* выполняется с целью определения минимально необходимой температуры теплоносителя на выходе из источника для обеспечения у выбранного потребителя температуры внутреннего воздуха не ниже расчетной. Температурный график строится для отопительного периода с интервалом 1°C.



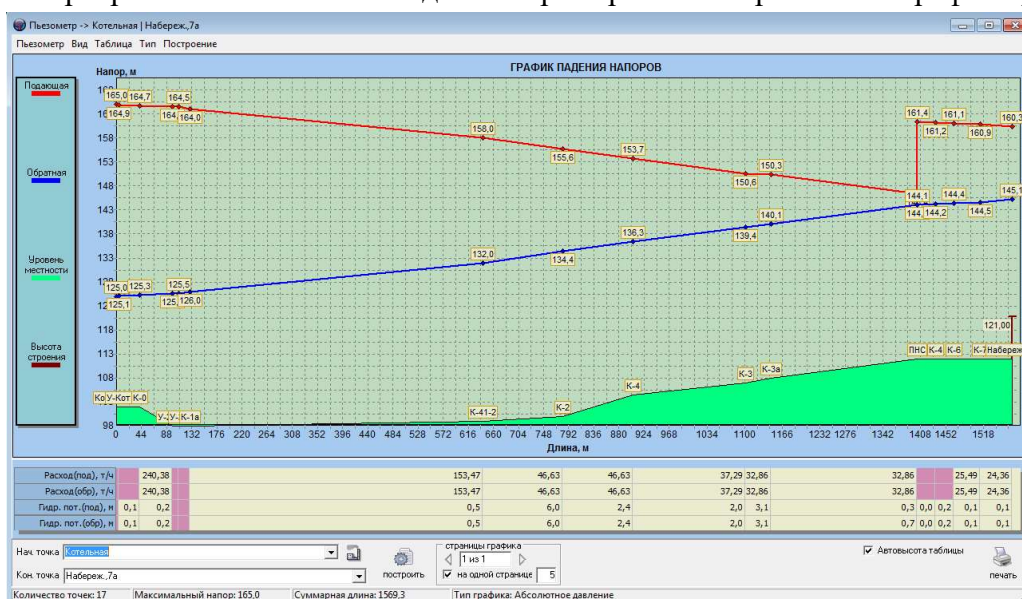
**Рисунок Ошибка: источник перекрёстной ссылки не найден.1– Пример температурного графика**

В расчетном модуле предусмотрена возможность задания температуры срезки графика и компенсации недоотпуска тепловой энергии в этот период времени за счет увеличения расхода сетевой воды от источника.

Целью построения *пьезометрического графика* является графическое представление результатов гидравлического расчета (наладочного, поверочного, конструкторского). Настройка графика выполняется оператором, при этом осуществляется вывод:

- линии давления в подающем трубопроводе;
- линии давления в обратном трубопроводе;
- линии поверхности земли;
- линии потерь напора на шайбе;
- линии вскипания;
- линии статического напора;
- высота здания потребителя.

В таблице под графиком выводятся для каждого узла сети наименование, геодезическая отметка, высота потребителя, напоры в подающем и обратном трубопроводах, величина дросселируемого напора на шайбах у потребителей, потери напора по участкам тепловой сети, скорости движения воды на участках тепловой сети и т.д. Количество выводимой под графиком информации настраивается пользователем (Рисунок Ошибка: источник перекрёстной ссылки не найден.2– Пример пьезометрического графика.).








**Рисунок Ошибка: источник перекрёстной ссылки не найден.2– Пример пьезометрического графика.**

**Коммутационные задачи.** Расчетный модуль решения коммутационных задач предназначен для анализа изменений в системе вследствие отключения задвижек или участков сети. В результате решения коммутационной задачи определяются отключаемые объекты. При этом производится расчет объемов воды, которые, возможно, придется сливать из трубопроводов тепловой сети и систем теплоснабжения. Результаты расчета отображаются на карте в виде тематической раскраски отключенных участков и потребителей и выводятся в отчет.

**Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию** выполняется с целью определения нормативных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов в течение года.

Тепловые потери определяются суммарно за год с разбивкой по каждому месяцу. Анализ результатов расчета производится как по всей тепловой сети, так и по каждому источнику тепловой энергии или центральному тепловому пункту (ЦТП) (Рисунок Ошибка: источник перекрёстной ссылки не найден.3– Пример расчета годовых потерь тепла.). Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь. Результаты выполненных расчетов экспортируются в MS Excel.

Сводная таблица по тепловым потерям на трубопроводах																									Пит		
Наименование узлов		Принад- лежность	Способ проклад- ки	Дата ввода	Диаметр, мм	Диаметр, мм внутренний		Объем, м3		Нормативные т/потери Гкал/ч		Коэф- фици- ент т/потери	Норм. т/потери с учетом коэф. Гкал/ч		Суммар. норм. т/потери с учетом коэф. Гкал/ч	Расчет. т/потери Гкал/ч		Суммар. расч. т/потери Гкал/ч	Нормативные утечки, м3/ч					Пит			
Начальный	Конечный					под.	обр.	по	ВС	по+ВС	под.		обр.	под.		обр.	под.		обр.	под.	обр.	по	обр.	по	ВС	по+ВС	под.
Отопление																											
K-33	У-28.9		Канальная	01.01.19...	8521...			198...	0,000	198...		0,582	0,313		0,815	0,313	1,128	2,396	1,428	3,824	0,249	0,248	0,497	0,000	0,497	0,023	0
У-28	У-28.5		В подвале	01.01.19...	99	100	100	1,555	0,000	1,555		0,005	0,003	1,4	1	0,007	0,003	0,010	0,000	0,000	0,002	0,002	0,004	0,000	0,004	0,000	0
У-28.5	У-28.4		В подвале	01.01.19...	11,1	69	69	0,083	0,000	0,083		0,000	0,000	1,4	1	0,001	0,000	0,001	0,003	0,002	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
У-28.4	У-28.3		В подвале	01.01.19...	22	69	69	0,165	0,000	0,165		0,001	0,001	1,4	1	0,001	0,001	0,002	0,007	0,004	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
У-28.3	У-28.2		В подвале	01.01.19...	22,7	69	69	0,170	0,000	0,170		0,001	0,001	1,4	1	0,001	0,001	0,002	0,007	0,004	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
У-28.2	У-28.1		В подвале	01.01.19...	25,8	69	69	0,193	0,000	0,193		0,001	0,001	1,4	1	0,002	0,001	0,002	0,008	0,004	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
У-28.2	Зепр.3.2		В подвале	01.01.19...	20,47	50	50	0,080	0,000	0,080		0,001	0,000	1,4	1	0,001	0,000	0,001	0,005	0,003	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
У-28.3	Зепр.3.3		В подвале	01.01.19...	2,6	50	50	0,010	0,000	0,010		0,000	0,000	1,4	1	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
У-28.4	Зепр.3.4		В подвале	01.01.19...	2,6	50	50	0,010	0,000	0,010		0,000	0,000	1,4	1	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
У-28.5	Зепр.3.5		В подвале	01.01.19...	7,6	80	80	0,010	0,000	0,010		0,000	0,000	1,4	1	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
Итого значения					8521,4			198,681	0,000	198,681		0,582	0,313		0,815	0,313	1,128	2,396	1,428	3,824	0,249	0,248	0,497	0,000	0,497	0,023	0
Филтер по принадлежности: Загрузка...																											
Область: 		Показать: 		Источники: <input checked="" type="checkbox"/> Активный <input checked="" type="checkbox"/> Канальная <input checked="" type="checkbox"/> Назначенная <input type="checkbox"/> Исклучить нулевые <input type="checkbox"/> С учетом кол. часов: 1 <input type="checkbox"/> В помещениях <input checked="" type="checkbox"/> В подвале																							
  																											

**Рисунок Ошибка: источник перекрёстной ссылки не найден.3– Пример расчета годовых потерь тепла.**



## 2. ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПРИВЯЗКОЙ К ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ГОРОД КОСТРОМА И С ПОЛНЫМ ТОПОЛОГИЧЕСКИМ ОПИСАНИЕМ СВЯЗНОСТИ ОБЪЕКТОВ

Система теплоснабжения включает в себя следующие основные объекты: источник, участок, потребитель и узлы: центральный тепловой пункт (ЦТП), насосную станцию, запорно-регулирующую арматуру и другие элементы, являющиеся объектами математической модели системы, которая представляет собой связанный граф с узлами и дугами графа. Элементы системы теплоснабжения являются узлами, а участки тепловой сети - дугами связанного графа. Каждый объект математической модели относится к определенному типу и имеет режимы работы, соответствующие его функциональному назначению.

*Источник* - символьный объект тепловой сети, моделирующий режим работы котельной или ТЭЦ. В математической модели источник представляется сетевым насосом (создающим располагаемый напор) и подпиточным насосом (определяющим напор в обратном трубопроводе). Внешнее представление источника показано на рисунке (Рисунок Ошибка: источник перекрёстной ссылки не найден.4— Однолинейное изображение.)



*Рисунок Ошибка: источник перекрёстной ссылки не найден.4— Однолинейное изображение*

*Участок* - линейный объект, на котором не изменяются:

- диаметр трубопровода;
- тип прокладки;
- вид изоляции;
- расход теплоносителя.

Двухтрубная тепловая сеть изображается в одну линию. Участок имеет различные режимы работы: «отключен подающий», «отключен обратный» и т.п.

Участок как тип инженерной сети может выступать в качестве отсекающего устройства. В этом случае его можно использовать для отключения объектов (например, потребителей). Графический тип объекта - линейный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как участок отсекающий. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 6.

Участок обязательно начинается и заканчивается одним из типовых узлов (объектом сети). Условия завершения участка:

- разветвление - меняется расход;
- изменение диаметра - меняется сопротивление;
- смена типа прокладки (канальная, бесканальная, воздушная) - меняются тепловые потери;
- смена вида изоляции (минеральная вата, пенополиуретан и т.д.) - меняются тепловые потери;

- смена состояния изоляции (разрушение, увлажнение, обвисание) - меняются тепловые потери.

Трубопровод может быть разделен на разные участки в любом месте даже там, где тепловые и гидравлические свойства трубопровода не меняются. Например, трубопровод может быть разделен на участки задвижкой, смотровой камерой на магистрали или узлом, разграничивающим балансовую принадлежность.

При нанесении изображения участков теплопровода стрелкой автоматически формируется направление, соответствующее заданному: от начального узла к конечному. Направление движения теплоносителя в подающем трубопроводе выявляется только после выполнения гидравлического расчета. После выполнения расчета значение расхода в подающем трубопроводе на некоторых участках может быть отрицательным. Отрицательное значение расхода означает, что направление движения теплоносителя в подающем трубопроводе на участке не совпадает с направлением изображения участков теплопровода. Расчетный модуль при установленном флажке *«автоматически изменять направление участков»*, позволяет после выполнения расчетов (наладочный, поверочный) изменить направление стрелки на соответствующее направлению движения теплоносителя по подающему трубопроводу (значение расхода в подающем трубопроводе при этом будет всегда положительно).

*Вспомогательный участок* - линейный объект математической модели, имеющий два режима работы. Вспомогательный участок при использовании его с регуляторами давления «до себя» и «после себя» указывает место контролируемого параметра. Вспомогательный участок для ЦТП определяет начало трубопроводов горячего водоснабжения при четырёхтрубной тепловой сети после ЦТП. Графический тип объекта - линейный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как участок отсекающий. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 13.

*Потребитель* - символьный объект тепловой сети, характеризующийся потреблением тепловой энергии и сетевой воды. В модели существует два вида потребителей: «потребитель» и «обобщенный потребитель».

«Потребитель» - это конечный объект участка, в который входит один подающий и выходит один обратный трубопровод тепловой сети. Под потребителем понимается абонентский ввод в здание.

Внутренняя кодировка потребителя зависит от схемы присоединения тепловых нагрузок к тепловой сети. Используются схемы элеваторные, с насосным смешением, с независимым присоединением, с открытым или закрытым отбором воды на ГВС. Схемы присоединения имеют разную степень автоматизации подключенной нагрузки, которая определяется наличием регулятора температуры, например, на ГВС, регулятором расхода или нагрузки на систему отопления, регулирующим клапаном на систему вентиляции.

«Обобщенный потребитель» - символьный объект тепловой сети, характеризующийся потребляемым расходом сетевой воды или заданным сопротивлением. Таким потребителем моделируется общая нагрузка квартала.

Объект используется, когда возникает необходимость рассчитать гидравлику сети без информации о тепловых нагрузках и конкретных схемах присоединения потребителей к тепловой сети (например, при расчете магистральных сетей без информации о квартальных сетях для оценки потерь напора в магистралях при задании обобщенных расходов в точках присоединения кварталов к магистральной сети).

*Узел* - символичный объект тепловой сети. В тепловой сети узлами являются все объекты сети, кроме источника, потребителя и участков. В математической модели внутреннее представление объектов (кроме источника, потребителя, перемычки, ЦТП и регуляторов) моделируется двумя узлами, установленными на подающем и обратном трубопроводах.

*Простой узел* - символичный объект тепловой сети, например, разветвление трубопровода, смена прокладки, вида изоляции или точка контроля для регулятора.

Графический тип объекта - символичный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

*Центральный тепловой пункт (ЦТП)* - символичный элемент тепловой сети, характеризующийся возможностью дополнительного регулирования и распределения тепловой энергии.

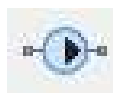
Условное обозначение ЦТП:



Наличие такого узла подразумевает, что за ним находится тупиковая сеть с индивидуальными потребителями

Внутренняя кодировка ЦТП зависит от схемы присоединения тепловых нагрузок к тепловой сети. Это может быть, например, групповой элеватор или независимое подключение группы потребителей. Данный расчетный модуль содержит 29 схем присоединения ЦТП. В ЦТП может входить и выходить только один участок тепловой сети (подающий и обратный трубопровод). При этом, входящий участок направлен к ЦТП (направление стрелки), а выходящий - от ЦТП к следующему объекту. Исключением из данного правила является четырёхтрубная тепловая сеть после ЦТП, в этом случае из ЦТП выходят два участка - один основной и один вспомогательный. Вспомогательный участок используется для подключения трубопровода горячего водоснабжения.

*Насосная станция* - символичный объект тепловой сети, характеризующийся заданным напором или напорно-расходной характеристикой установленного насоса. Условное обозначение насосной станции:



Насосная станция в однолинейном изображении представляется одним узлом, но во внутреннем представлении, в зависимости от заданных параметров в семантической базе данных, может быть установлена на обоих трубопроводах.

Если установленные насосы имеют одинаковые характеристики, то на схеме они обозначаются одним объектом с указанием количества работающих насосов.

Графический тип объекта - символичный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 4.

*Задвижка* - символичный объект тепловой сети, являющийся отсекающим устройством. Задвижка, кроме двух режимов работы (открыта, закрыта), может находиться в промежуточном состоянии, которое определяется степенью её закрытия. Промежуточное состояние задвижки должно определяться при её режиме работы «Открыто».

Задвижка в однолинейном изображении представляется одним узлом, но во внутреннем представлении, в зависимости от заданных параметров в семантической базе данных, может быть установлена на обоих трубопроводах.

Задвижка в режиме «Закрыто» во внутреннем представлении моделируется двумя закрытыми задвижками на обоих трубопроводах.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как отсекающее устройство. Уникальный номер (ID) в структуре слоя тепловой сети - ID 5.

Перемычка - символьный объект тепловой сети, моделирующий участок между подающим и обратным трубопроводами.

Условное обозначение перемычки в зависимости от режима работы:



Перемычка во внутреннем представлении является участком, соединяющим подающий и обратный трубопроводы, как показано на рисунке.

Так как перемычка в однолинейном изображении представлена узлом, то изображение соединения между подающим трубопроводом одного участка и обратным трубопроводом другого участка.

С помощью перемычек можно моделировать летний режим работы открытых систем централизованного теплоснабжения в случаях, когда теплоноситель может подаваться к потребителям как по подающему, так и по обратному трубопроводам, без возврата воды на источник. Переходы между подающими и обратными трубопроводами осуществляются через перемычки.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

Дроссельная шайба - символьный объект тепловой сети, характеризующийся фиксированным сопротивлением, зависящим от диаметра шайбы.

Для объекта «Вычисляемая шайба» в результате наладочного расчета определяются количество шайб и их диаметры.

Для объекта «Устанавливаемая шайба» заносится информация о количестве этих устройств и их диаметрах.

Дроссельная шайба в однолинейном изображении представляется одним узлом, но во внутреннем представлении, в зависимости от заданных параметров в семантической базе данных, может быть установлена на обоих трубопроводах.

Графический тип объекта - символьный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

Регулятор располагаемого напора - символьный объект тепловой сети, поддерживающий заданный располагаемый напор после себя:



Регулятор располагаемого напора устанавливается, в зависимости от выбранного режима, на одном из трубопроводов: подающем или обратном.

Графический тип объекта - символичный, относится к объектам инженерных сетей и классифицируется как узел.

Регулятор расхода - символичный объект тепловой сети, поддерживающий заданный расход теплоносителя.

Устанавливается, в зависимости от выбранного режима, на одном из трубопроводов: подающем или обратном.

Регулятор давления, установленный на подающем или обратном трубопроводе, контролирует давление «до себя» или «после себя» Для указания работы регулятора устанавливается узел контроля (простой узел) и выполняется соединение их вспомогательным участком.

### ***Изображение тепловой сети на карте***

Тепловая сеть изображается на карте с привязкой к местности (по координатам, с привязкой к окружающим объектам), что позволяет проводить тепло-гидравлические расчеты и решать другие задачи, исходя из точного местонахождения тепловых сетей. Пример изображения тепловой сети на карте с привязкой к местности приведен на рисунке ниже.



***Рисунок Ошибка: источник перекрестной ссылки не найден.5– Изображение тепловой сети на карте с привязкой к местности.***

Тепловая сеть изображается схематично, при этом важно, чтобы объекты тепловой сети (узлы) были соединены участками (дугами). Степень детализации при изображении тепловой сети на карте с привязкой к местности или при схематичном изображении может быть различной. Наличие компенсаторов и запорных устройств влияет на гидравлические потери в тепловой сети. Все местные сопротивления должны быть занесены в базу данных для адекватного моделирования гидравлических потерь. В связи с этим, точность и детальность отображения сети на карте на результаты расчетов не влияют.

Топологическое описание сети находится в файле описателя сети, формируемого автоматически в процессе нанесения схемы. Описание файловой структуры пакета, а также особенностей формирования схем теплоснабжения различной степени сложности приведены в руководствах и инструкциях на сайте: [www.teploexpert.ru](http://www.teploexpert.ru)

### 3. ПАСПОРТИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Система паспортизации оборудования котельных и элементов системы теплоснабжения позволяет учитывать индивидуальные технические характеристики реальных объектов при выполнении расчетных задач.

Паспорт элемента «**Строение**» содержит общую информацию:

- Назначение,
- Год постройки,
- Объем,
- Общую площадь,
- Дату включения,
- Номер договора,
- Количество человек,
- Принадлежность,
- Кадастровый участок,
- Дополнительную информацию.

У каждого строения должен быть указан адрес, в противном случае закладки «Строение», «Арендаторы», «С приборов» будут отсутствовать. Именно через адрес происходит связь между элементами «Строение» и «Потребитель».

В блоке «Присутствует в сетях» флажками отмечен тот слой, в котором присутствует данный потребитель.

Паспорт элемента «**Котельная**» является сквозным (одинаковым) для всех слоев. При создании элемента в одном из слоев, он автоматически появляется во всех остальных слоях.

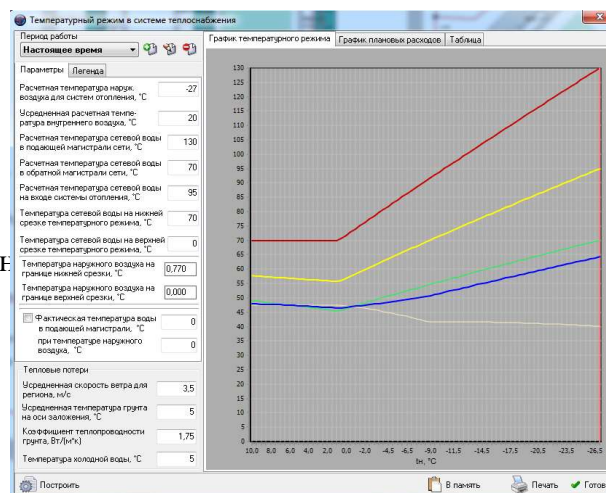
Паспорт состоит из 4-х закладок: Параметры, Доп. Информация, Котлы и хозяйство. Последние три закладки предназначены для внесения дополнительной информации.

На закладке «Параметры» необходимо указать «Наименование». В блоке «Источник для сетей» флажками необходимо отметить те слои, для которых данный источник будет работать. После этого необходимо задать параметры и температурный график данного источника для каждого слоя. Для этого нужно сделать одинарный щелчок левой кнопкой мыши по названию слоя (чуть правее флажка, например, точно сделать щелчок на «Отопление»). После этого данная надпись подсветится синим цветом. Это означает, что данный слой готов к занесению параметров. Далее нажать на кнопку «Редактировать». На появившейся форме необходимо указать напорные характеристики (напор в подающей и обратной), участвует ли в расчете данный источник, тип сетей. А так же параметры



энергоэффективности. Минимальные параметры для того, чтобы данный источник начал участвовать в расчете - это напор в подающей и обратной.

Далее необходимо заполнить температурный график. Для этого нужно нажать на кнопку «Темп. график» на закладке «Параметры» в паспорте источника. Перед Вами появится форма температурного режима, в которой в соответствующие поля вносятся расчетные значения, описывающие утвержденный температурный график источника. Кнопка «Построить» рассчитывает и отображает получившиеся кривые линии температур теплоносителя: подающего (красная), после смешения на входе в систему теплоснабжения (желтая), и выходе из систем отопления (зеленая), на выходе из систем ГВС (бежевая), общая обратная после смешения теплоносителя со всех систем (синяя).



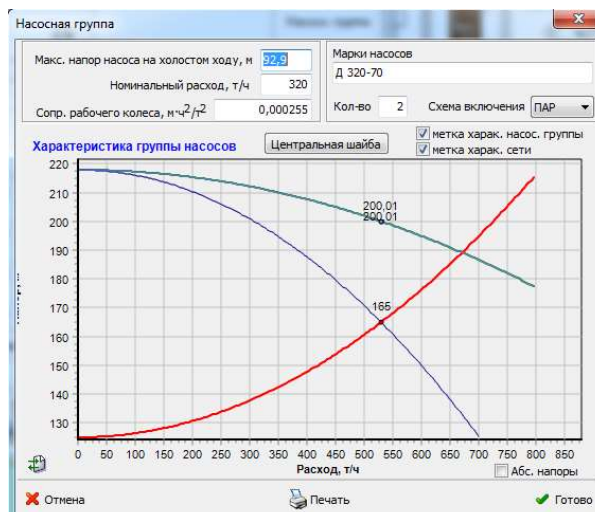
Для моделирования режима теплоснабжения при работе источника с нерасчетной температурой теплоносителя слева на форме присутствует функционал, позволяющий внести: фактическую температуру воды в подающей магистрали и соответствующую температуру наружного воздуха. При этом тепловой и гидравлический расчет сети необходимо делать при той же температуре наружного воздуха.

Слева внизу расположены поля с параметрами необходимыми для расчета тепловых потерь: усредненная скорость ветра, температура грунта, коэффициент теплопроводности грунта, температура холодной воды.

Кнопка «Насосн. группа» вызывает форму в которой можно построить характеристику работы насосной группы источника и тепловой сети. Для этого в открывшейся форме необходимо заполнить поля с параметрами насосной группы.

Для построения характеристик: тепловой сети (красная линия), характеристик насосной группы (зеленая линия) и фактической характеристики работы насосной группы (синяя линия). Фактическая характеристика работы насосной группы, и точка пересечения

с характеристикой тепловой сети определяется исходя из фактических напорных характеристик источника.



#### Паспорт элемента «ЦТП».

Элемент «ЦТП» является сквозным (одинаковым) для всех слоев. При создании элемента в одном из слоев, он автоматически появляется во всех остальных слоях.

Элемент ЦТП предназначен для моделирования работы теплового пункта с функциями:

- передачи теплоты из одного контура тепловых сетей в другой с понижением температурного графика,
- с изменением напорных характеристик.

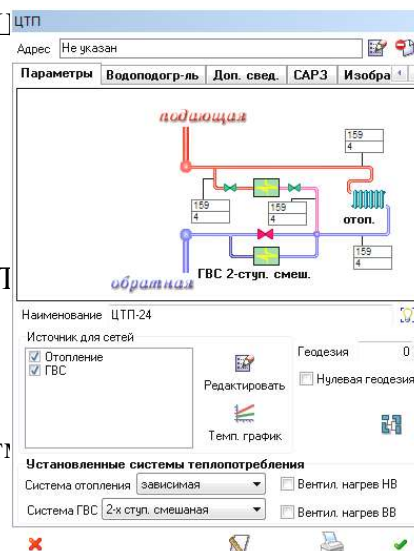
Поэтому, этот элемент в одном контуре (главном) является потребителем теплоты, а во вторичном контуре будет представлять собой источник.

Следовательно, форма паспорта ЦТП совмещает в себя элементы паспортов потребителя и источника. Основной является страница «Параметры».

Системы теплоснабжения, установленные в ЦТП подключаются точно так же, как и у потребителя. И вся информация по каждой системе заносится способом аналогичным потребителю.

Если в ЦТП установлена независимая система отопления или меняется температурный график теплоснабжения для разводящих сетей отопления, то ЦТП может являться источником теплоснабжения для слоев отопления или гвс. Следовательно, необходимо указать флажком (галочкой) около слоев «отопление» и «ГВС» в блоке «Источник для сетей». По аналогичному алгоритму что описан выше в разделе «Источник теплоснабжения», указать напорные характеристики и температурный график, по которому обеспечивается отпуск теплоносителя с ЦТП и параметры горячей воды для сетей ГВС.

Закладки «Водоподогреваль», «Доп.свед», «САРЗ», «Изображения» содержат в себе паспортные данные элемента и в расчетах не участвуют.





### Паспорт элемента «Потребитель».

Основная форма паспорта потребителя в слое отопления состоит из 5-6 закладок-форм: Ввод, Строение, Арендаторы, С приборов, Документация, Пользовательские.

В верхней части паспорта расположено поле, в котором отображается Адрес потребителя. Сбоку расположены кнопки редактирования адресной привязки: изменить, удалить, отображать/не отображать адрес на схеме.

Вкладка «Ввод» является основной, она содержит информацию по системам теплоснабжения, которая является индивидуальной для данного ввода.

Вкладки: «Строение», «Арендаторы», «С приборов», «Документация», «Пользовательские» - доступны только при назначенном адресе, так как они содержат информацию по всему строению, который расположен по данному адресу.

Переключение между страницами паспорта осуществляется путем щелчка мыши на соответствующем «корешке» (закладке) в верхней части окна.

На странице «Арендаторы» находится список арендаторов данного потребителя с назначенными им нагрузками. Данный список редактируется пользователем.

На странице «Ввод» Вы получаете возможность смоделировать любую схему одновременного включения у потребителя разнородных абонентов теплоснабжения в одном узле. Для этого в нижней части на странице присутствуют списки типов подключения систем отопления, опции подключения систем вентиляции с забором наружного и внутреннего воздуха, а также выпадающий список с различными системами ГВС. После установки какой-либо системы в верхней части будет изображена её схема, щелчок на которой позволит открыть паспорт системы:

Если на момент внесения, не уверены в данных, то для этого случая в паспорте предусмотрено поле и опция «Требуется проверка данных», где можно сделать пометки-памятки для последующего разбора и отметить свойство. Список уточнений можно просмотреть в дальнейшем в «Окне сообщений», выбрав соответствующий пункт главного меню программы.

### Паспорт элемента «Трубопровод».

Трубопровод - элемент для слоев отопления, ГВС, водоснабжение и канализация. Отображается графически на схеме и имеет параметры (диаметр, длина, шероховатость, скмс и т.п.). Используется не только для отображения связей между строениями и камерами, но и с помощью данного элемента можно отображать внутреннюю разводку по подвалам строений до тепловых узлов потребителей.

Форма паспорта «Трубопровод» содержит четыре закладки - формы:

- «Параметры»,
- «Тепловые потери»,
- «Документация»,
- «Пользовательские».

Каждая из форм содержит определенный объем информации по трубопроводу.

### «Параметры»

В поле “начальный узел” отображается код начального объекта (потребитель, камера и т.д.) с которым связан трубопровод. В поле “Конечный узел” код конечного объекта.

Списки диаметров заполняются из справочников трубопроводов на основании выбранного «Типа материала», а также выбранного в настройках программы типа диаметров (наружный, условный, внутренний). Заглавная жирная буква около списков обозначает текущий тип диаметра, а через знак «/» второй отображаемый параметр.

У элемента трубопровод присутствует встроенная возможность, позволяющая перекрыть подающий или обратный трубопровод. Для этого над параметрами подающего и обратного трубопроводов присутствуют галочки «Подающий» и «Обратный». Если галочку отключить, то соответствующий трубопровод будет иметь свойство «Закрит».

Также по каждому трубопроводу указывается информация:

- Длина,
- Шероховатость,
- СКМС (Сумма коэффициентов местных сопротивлений),
- Доля потерь.
- Наличие регулятора расхода,
- Адрес,
- Принадлежность,
- Ответственный,
- Дата ввода,
- Дата последнего ремонта,
- Режим работы,
- Дренаж,
- Период действия.

В нижней правой части паспорта находится флажок «Транзитный». Данный флажок должны быть включен у всех трубопроводов, кроме самого первого трубопровода в сети. Т.е. если из котельной или ЦТП выходит данный трубопровод, и он самый первый в сети - то этот флажок необходимо отключить. Обратите внимание, что отключен флажок может быть только у одного трубопровода в рамках сети, питающейся от одного источника.

### «Тепловые потери»

В комплексе «ТеплоЭксперт» реализован механизм расчета тепловых потерь и оценки их влияния на тепловую картину всего объекта как по одному отдельному участку, так и в рамках всей тепловой сети.

Рассмотрим вкладку «Тепловые потери». В случае, если данный трубопровод привязан на первой закладке «Параметры» к какому-либо участку, то данные о прокладке автоматически загрузятся в данный раздел паспорта.

Ниже блока «Данные по прокладке» находятся параметры, заполнив которые, можно посчитать нормативные и расчетные тепловые потери по данному трубопроводу. Для этого необходимо нажать на большую кнопку в правом нижнем углу «Расчет».

#### «Документация»

Функции данной закладки позволяют вести электронный каталог всех отсканированных документов, фотографий и прочих графических изображений, относящихся к данной камере форматов: bmp, jpg, jpeg, dxf, dwg, pdf.

#### «Пользовательские»

На данной закладке отображаются поля для внесения параметров элемента, которые пользователь самостоятельно сформировал с помощью функционала справочника «Пользовательские параметры».

#### Паспорт элемента «Тепловая камера».

Элемент «Тепловая камера» может быть сквозным (одинаковым) для нескольких коммуникационных слоев. При создании элемента в одном из слоев, он автоматически появляется во всех остальных слоях.

Форма паспорта содержит четыре закладки: Параметры, Документация, Пользовательские.

#### «Параметры»

В поле «Код» вносится личное наименование элемента, которое в дальнейшем отображается на схеме. Так же в паспорте присутствует возможность адресной привязки.

Выпадающий список «Тип», позволяет выбрать тип графического отображения и префикса наименования тепловой камеры на схеме. Тепловая камера может быть разного размера, цвета и быть в виде окружности или квадрата.

Паспорт элемента содержит поля и функционал, позволяющий указать информацию описывающую элемент, как инженерное сооружение и внести еще ряд различных технологических параметров.

Свойство «Учитывать внутреннюю схему в расчете» позволяет учитывать или не учитывать, внесенную технологическую схему в гидравлических расчетах.

Трубопровод

Параметры | Тепловые потери | Документация | Пользовательские

Данные по прокладке

Тип: Канальная

Высота канала в свету, м: 1

Глубина заложения оси канала в грунт, м: 2

Ширина канала, м: 1

Степень покрытия по длине: подающая 0,9, обратная 0,9

Коэффициент потери в арматуре: 0,25

Толщина изоляционного покрытия, мм: 125

Температура теплоносителя, °C: 150,0

Тип изоляционного покрытия: ппу

Коэффициент норм. теплопотерь: 1

Норм. теплопотери, Мкал/ч		Расчетные теплопотери, кВт	
Под.	20,71	Под.	16,5681
Обр.	9,66	Обр.	6,2930
Сум.	30,37	Сум.	22,8611

Формула

Расчет

Отмена | Аварии | Печать | Готово

Паспорт: Камера

Параметры | Документация | Пользовательские

Код: Тепл. Пав.

Геодезия, м: 53

Тип: Тепловой Павильон

Адрес: Не указан

Длина, м:

Ширина, м:

Высота, м:

Толщина стен, м:

Материал:

Заглубленность:

Дренаж:

Заливка водона:

Количество люков:

Высота над уровнем земли, м:

☒ Учитывать внутреннюю схему в расчете

Направление	Диаметр под., мм	Сост. под.	Раб.-ая, под.	Диаметр обр., мм	Сост. обр.	Раб.-ая, обр.
УТ-4 Тепл. Пав.						
Тепл. Пав. УТ-5						

Добавить | Редактировать | Удалить

Период действия: с: по:

Ответственный:

Принадлежность:

Дополнительная информация:

Год постройки:

Дата посл. ремонта:

Отмена | Печать | Применить | Готово

При этом если галочка отмечена, то в расчетах учитывается внутренняя технологическая схема камеры, а если нет, то информация по запорной арматуре указанная в блоке «Запорная арматура».

В блоке «Запорная арматура» можно указать наличие запорной арматуры (задвижки) в тепловых камерах на нужных направлениях трубопроводов. Бледно-серым цветом отображаются направления к смежным элементам сети (ТК, потребители, узлы, источники), с которыми соединена при помощи трубопроводов данная тепловая камера.

С помощью курсора мыши можно выбрать направление, на котором необходимо установить задвижку, далее нажать на кнопку «Добавить», и в появившемся паспорте (будет рассмотрен ниже) внести необходимые характеристики запорной арматуры. Характеристики раздельно указываются для задвижек, установленных на подающем и обратном трубопроводах.

#### Запорная арматура (задвижка)

Элемент «Задвижка» является уникальным для таких слоев как Отопление, ГВС и т.п. Данный элемент не доступен в слое «Все типы сетей». При создании его в одном слое - в других слоях данная задвижка не появляется.

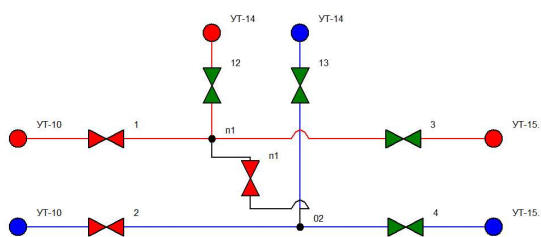
Создание элемента задвижки осуществляется в паспорте элемента «Тепловая камера» в блоке «Запорная арматура» (паспорт Теловой камеры и способы создания задвижек рассмотрены выше)

В паспорте задвижки представлены следующие поля:

- Код – уникальное наименование задвижки;
- Направление - направление сети, на котором установлена задвижка.

Для того, чтобы задвижка начала участвовать в расчете необходимо поставить флажок «Установлена» на вкладке «На подающей» и/или «На обратной» и обязательно указать диаметр. Для переключения состояния задвижки (Открыта/Закрыта) следует выбрать соответствующее значение в выпадающем списке, расположенном правее рисунка задвижки.

#### «Схема тепловой камеры»



Паспорта элементов схемы камеры

Точка входа/выхода

Поле «Наименование» заполняется автоматически после выбора необходимого направления из предлагаемого выпадающего списка «Направление».

Выпадающий список «Направление» формируется автоматически в зависимости от количества элементов, с которыми связана тепловая камера посредством внешних трубопроводов.

Блок «Тип» включает в себя свойства «Подающий» и «Обратный», которые позволяют обеспечить привязку точек входа/выхода схемы камеры к внешним подающим и обратным трубопроводам соответственно. В процессе выбора из выпадающего списка направления на схеме внешних сетей элемент трубопровода будет выделяться синим цветом.

### Узел

Данный элемент является узловым, который связывает трубопроводы технологической схемы. В паспорте можно указать наименование элемента, что бы в дальнейшем оно отображалось на общей схеме.

### Трубопровод

Поля начального и конечного узлов заполняются автоматически при соединении новым трубопроводом элементов схемы.

Выпадающий список «Тип (материал)» позволяет выбрать нужный тип трубы из справочника трубопроводов.

Диаметр трубопровода так же выбирается из справочника связанного с типом трубопровода.

Так же для работоспособности технологической схемы необходимо указать тип трубопровода: «подающий» или «обратный».

### Запорная арматура

В паспорте задвижки представлены следующие поля:

- Наименование.
- Свойство работоспособности элемента отмечается галочкой. Если задвижка не рабочая, то галочка отключается.
- Степень открытия. Данное свойство представлено в виде элемента с ползунком, который позволяет указать не только крайние состояния задвижки: открыто и закрыто, но и все промежуточные. Справа от ползунка отображается информация о состоянии задвижки в виде параметра открытости в процентах.

- Марка задвижки выбирается из соответствующего справочника. Открыть справочник можно с помощью, расположенной справа от выпадающего списка кнопки, либо через пункт главного меню

«Справочники». Информационные строки: материал, обозначение ГОСТ, присоединение, сопротивление заполняются автоматически из справочника по марке запорной арматуры.

- Диаметр.
- Дата установки.
- Присоединение. Выпадающий список включает три типа присоединения: фланцевое, муфтовое, приварное.

### Регулятор

В паспорте задвижки представлены следующие поля и свойства:

- Наименование.
- Напор на выходе.
- Свойство «До себя». Если это свойство отмечено галочкой, то регулирование параметра напора производится до регулятора.
- Свойство «Обратное направление» позволяет поменять точки входа и выхода в регулятор на противоположное.

- Поля «Марка», «Дата у установки» и «Дата посл. емонта» являются информационными и в расчетах не участвуют.

### Дроссельная шайба

В паспорте дроссельной шайбы представлены следующие поля и свойства:

- Наименование.
- Диаметр.
- Дата установки.

### Подкачивающая насосная станция (ПНС)

В паспорте ПНС представлены следующие поля и свойства:

- Наименование.
- Свойство «Обратное направление». Если свойство отмечается галочкой, то у элемента меняются на противоположные точки входа и выхода.

- Параметры ПНС: напор на холостом ходу, сопротивление рабочего колеса и максимальный расход позволяют описать рабочую характеристику насоса и далее учитывать ее в расчетах.

- Количество насосов.
- Схема включения. Позволяет указать схему включения: параллельная или последовательная.

- Параметр «Изменение приходящего напора». Позволяет указать конкретное значение параметра изменения приходящего напора, который обеспечивается ПНС.

- Свойство «Регулятор давления». Если проставлена галочка о наличии у ПНС регулятора давления, то открывается дополнительная панель с параметрами значения регулируемого напора и принципа регулирования заданного параметра напора: до себя

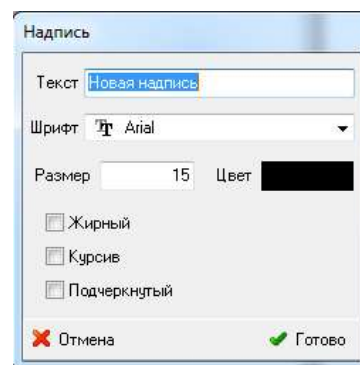


(если галочка указана) и после себя (если галочка «До себя» отключена).

### Надпись

В паспорте ПНС представлены следующие поля и свойства:

- Текст. В поле вносится текст, который должен отображаться на схеме.
- Шрифт. Представлен в виде выпадающего списка установленных шрифтов.
- Размер. В окошке указывается размер текущего шрифта.
- Цвет. По щелчку левой клавишей мышки по окошку с отображением цвета вызывается форма с цветовой палитрой.
- Свойства: жирный, курсив, подчеркнутый. Галочками отмечаются свойства которыми должна обладать текущая надпись.

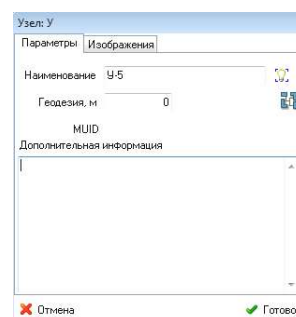


### Паспорт элемента «Узел».

Элемент «Узел» является уникальным для таких слоев как Отопление, ГВС и т.п. Данный элемент не доступен в слое «Все типы сетей». При создании его в одном слое - в других слоях данный узел не появляется.

Ставится на границе изменения диаметров трубопроводов, на врезках одного трубопровода в другой, на границе строений, на границе смены типа прокладки (в случае если нет вокруг инженерного сооружения). В противном случае необходимо ставить тепловую камеру.

Паспорт «Теплового узла» намного проще паспорта «Тепловой камеры». Позволяет заносить Наименование, Геодезию, Дополнительную информацию, делать видимым или невидимым наименование на схеме данного узла.



### Паспорт элемента «Регулятор давления».

Элемент «Регулятор» является уникальным для таких слоев как Отопление, ГВС и ХВС. Данный элемент не доступен в слое «Все типы сетей». При создании его в одном слое - в других слоях данный элемент не появляется. Паспорт регулятора давления состоит из следующих полей:

- Код – наименования регулятора;
- - Функция отключение отображения наименования на схеме;
- Геодезия;
- Период действия элемента;
- Задание регулятора: Напор в подающей, Напор в обратной – напорные характеристики;
- Такие поля, как Марка, Дата установки, Дата посл. ремонта, Дополнительная информация можно заполнить для подающей и для обратной.

- При необходимости паспорт можно распечатать, нажав на кнопку «Печать» в нижней части паспорта.

### Паспорт элемента «Магистральная шайба»

Элемент «Магистральная шайба» является уникальным для таких слоев как Отопление, ГВС. Данный элемент не оступен в слое «Все типы сетей». При создании его в одной в других слоях данный элемент не появляется. Элемент участвует в гидравлических расчетах.

Паспорт магистральной шайбы состоит из трех форм-акладок: Параметры, Документация, Пользовательские. Свойства форм Документация и Пользовательские аналогичны одобным закладкам других паспортов элементов.

Закладка «Параметры» содержит:

- Наименование – уникальный код элемента;
- - Функция отключение отображения наименования на схеме;
- Геодезия;
- - переход в контур расположения элемента;
- Диаметр;
- Место установки – где располагается шайба: на подающей или на обратной;
- «Не учитывать в наладке» при включении функции параметры шайбы не учитываются при наладочном гидравлическом расчете;
- Дата установки;
- Дата последнего ремонта;
- Период действия;
- Дополнительная информация.

Д  
Д  
У  
З  
П

### Паспорт элемента «Перемычка»

Элемент «Перемычка» является уникальным для таких слоев как Отопление, ГВС и т.п. Данный элемент не доступен в слое «Все типы сетей». При создании его в одном слое - в других слоях данный элемент не появляется.



Паспорт элемента состоит из трех форм-закладок: Параметры, Документация, Пользовательские. Свойства форм Документация и Пользовательские аналогичны подобным закладкам других паспортов элементов.

Закладка «Параметры» содержит:

- Наименование – уникальный код элемента;
- Функция отключение отображения наименования на схеме;
- Геодезия;
- - переход в контур расположения элемента;
- Диаметр, длина, шероховатость, СКМС, Состояние - гидравлические параметры, учитываются в расчете и наладке.
- Регулятор, Расход - возможность подключить автоматику с заданным расходом.
- Дополнительная информация - данные поля являются информационными.

### Паспорт элемента «Прибор учета»

Элемент является уникальным для таких слоев как Отопление, ГВС и ХВС и не доступен в слое «Все типы сетей». При его создании в одном коммуникационном слое - в других слоях данный элемент не появляется.

Паспорт состоит из трех форм-закладок: Параметры, Документация, Пользовательские. Свойства форм Документация и Пользовательские аналогичны подобным закладкам других паспортов элементов.

Закладка параметры содержит:

- Наименование – уникальный код элемента;
- Функция отключение отображения наименования на схеме;
- Геодезия;
- переход в контур расположения элемента;
- Марка – выбирается марка счетчика из выпадающего списка. Список можно редактировать, нажав правее на кнопку
- Диаметр - гидравлический параметр, учитывается в расчете и наладке.
- Дата установки, Дата поверки, Дата последнего ремонта, Дополнительная информация - данные поля являются информационными.

#### **4. ПАСПОРТИЗАЦИЯ И ОПИСАНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ДЕЛЕНИЯ, ВКЛЮЧАЯ АДМИНИСТРАТИВНОЕ**

В электронной модели системы теплоснабжения районы теплоснабжения представляются как объекты, сгруппированные по территориальному (или иному) признаку котельных.

Теплоснабжающая организация (ЭСО) - это юридическое лицо, осуществляющее деятельность по выработке тепловой энергии, передаче и снабжению потребителей теплом. Теплоснабжающие организации действуют на территории районов теплоснабжения.

## 5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ЛЮБОЙ СТЕПЕНИ ЗАКОЛЬЦОВАННОСТИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЕ НЕСКОЛЬКИХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ЕДИНУЮ ТЕПЛОВУЮ СЕТЬ

Чтобы произвести расчет гидравлической сети необходимого источника, необходимо:

1. Выбрать источник, сети которого планируется рассчитывать и сделать его активным:

а) Навести в информационном режиме курсор мыши на источник;  
б) Правой кнопкой мыши сделать одинарный щелчок по источнику;  
в) На появившейся панели выбрать первый пункт - "Активировать";  
г) Если ранее не определялась сеть источника, или в сети произошли топологические изменения (добавились новые элементы трубопроводов и потребителей) - необходимо активировать функцию "Определить сеть" на этой же панели;

д) После активации функции "Определение сети" элементы сети источника выделяются синим цветом. Далее режим выделения элементов отключается либо комбинацией клавиш Ctrl+L, либо необходимо выбрать функцию "Снять выделение" на функциональной панели «Схема» выбрать в дополнительной свойствах функции "Выделение" пункт – «Снять выделение».

2. Нажать на кнопку **"Выполнить расчет"** на панели инструментов пункта главного меню **"Расчет"**.

3. На появившейся форме **"Параметры расчета"** в закладках **"Параметры"** и **"Тепловые потери"** при необходимости указать:

- точность расчета;
- расчет сетей: активного источника, активного и зависимых ЦТП, выделенных источников и ТП;
- расчет с учетом падения температуры;
- фильтр по назначению открывает дополнительную закладку **"Назначение"**, на которой отмечаются строения тепловые системы которых войдут в расчет;
- свойство "Сохранить в настройках". Сохраняет указанные параметры в основных настройках комплекса.
- при необходимости на закладке **"Тепловые потери"** указать тип используемых в расчете тепловых потерь: нормативные или расчетные; точность компенсации (пересчитывается расчетный расход абонентов с учетом остывания теплоносителя); усредненная температура грунта; необходимость пересчета потерь на текущую температуру наружного воздуха.

4. нажать кнопку **«ОК»**;

5. После окончания расчета визуально отобразиться тепловая картина сети выбранного источника в зависимости от выбранного режима отображения (по умолчанию включен режим по трубопроводам - "по удельным гидравлическим потерям", *по потребителям - "по количеству подведенного теплоносителя"*).

### Просмотр результата поверочного расчета для элементов сети

Для того чтобы просмотреть результаты расчета какого-нибудь элемента нужно щелкнуть *правой кнопкой мышки* на изображении данного элемента на схеме в режиме

получения информации. После чего появится форма с результатами расчета выбранного элемента.

### ПОТРЕБИТЕЛЬ:

Сведения по потребителю -> Мира пр-т,2

Зависимая система отопления

Расход теплоносителя, т/ч			Козф. регулирования	Козф. смешения элеватора	Темп-ра воздуха в помещении, °C		Время остывания, ч	Температура сетевой воды на выходе, °C		Расп. напор на вводе, м	Напор, м (изб.)		Тепловая нагрузка, МКал/ч		
Расчет	План	Факт			План	Факт		План	Факт		Вход	Выход	Расчет	План	Факт
2,67	2,83	3,13	1,10	1,4	18,0	19,4		70,0	74,4	15,61	51,80	36,20	160,00	160,00	165,13
2,67	2,83	3,13				ВСЕГО						160,00	160,00	165,13	

☒ Автоматическое обновление



#### Расход теплоносителя:

- **расчетный.**
- **плановый.** Пересчитывается индивидуально для каждого потребителя в случае если температура теплоносителя отличается от расчетной или если заявленная внутренняя температура отличается от расчетной.
- **фактический.** Расход теплоносителя установившийся для данного потребителя. Зависит от характеристик сети и параметров дроссельного устройства теплового узла самого потребителя.

**Коэффициент разрегулирования.** Результат отношения фактического расхода к плановому расходу. Если коэффициент больше 1, то потребитель получает теплоносителя больше, если меньше 1, то меньше нормы.

**Коэффициент смешения.** Характеризует качество работы элеватора. Зависит от характеристик установленного в тепловом узле номера элеватора (диаметра камеры смешения) и диаметра сопла.

**Температуры воздуха в помещении.** Значение плановой температуры зависит от назначения потребителя. Фактическая температура высчитывается, и ее значение зависит от фактического расхода установившегося в системе теплоснабжения.

**Температуры сетевой воды на выходе** из системы отопления. Значение плановой температуры соответствует расчетной температуре в обратной магистрали с систем отопления. Фактическая температура высчитывается, и ее значение зависит от фактического расхода установившегося в системе теплоснабжения.

**Напоры** в подающем и обратном трубопроводах на входе в тепловой узел потребителя.

**Располагаемый напор на вводе.** Разница между напорами на подающем и обратном трубопроводах на входе в тепловой узел потребителя.

#### Тепловая нагрузка.

- Расчетная
- Плановая
- Фактическая

Результаты расчета у различных теплопотребляющих систем могут различаться набором выводимых параметров

## ТРУБОПРОВОД:

Трубопровод -> У-7а2 - У8а1

Длина, м		Диаметр, мм внутренний		Напор в конечном узле, м		Потери напора, м		Удельные потери, мм/м		Распо- лаг. напор в конеч. узле, м	Факти- ческий расход, т/ч		Скорость, м/с		Темп-ра в конечном узле, °С		Состоя- ние	
Под.	Обр.	Под.	Обр.	Под.	Обр.	Под.	Обр.	Под.	Обр.		Под.	Обр.	Под.	Обр.	Под.	Обр.	Под.	Обр.
70,7	70,7	125	125	57,3	24,7	1,55	1,55	21,9	21,9	32,56	39,13	39,13	0,91	0,91	129,5	66,3		

☒ Автоматическое обновление    ☒ избыточное давление       Единицы измерения: ☒ мм/м; т/ч    ☐ Па/м; кг/с

Рекомендуемые диаметры

подающий				обратный			
Условный проход, мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр, мм	Условный проход, мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр, мм
150	159	4,5	150	150	159	4,5	150

- **Длина, м** (подающий и обратный трубопроводы)
- **Диаметр, мм** (подающий и обратный трубопроводы)
- **Напор в конечном узле, м** (подающий и обратный трубопроводы)
- **Потери напора, м** (подающий и обратный трубопроводы)
- **Удельные потери, мм/м** (подающий и обратный трубопроводы)
- **Располагаемый напор в конечном узле, м.** Разница между напорами подающего и обратного трубопроводов в конечном узле.
- **Фактический расход теплоносителя, т/ч.** (подающий и обратный трубопроводы).
- **Скорость теплоносителя** (подающий и обратный трубопроводы).
- **Температура теплоносителя в конечном узле** (подающий и обратный трубопроводы).

## ТЕПЛОВАЯ КАМЕРА, УЗЕЛ

- **Геодезия, м.**
- **Давление абсолютное, м.** (в подающем и обратном трубопроводах)
- **Давление избыточное, м.** (в подающем и обратном трубопроводах)

## Формирование сводных таблиц результатов расчета для элементов сети

*Информация данного раздела относится к результатам поверочного и наладочного гидравлических и тепловых расчетов.*

Для формирования результатов расчета, по элементам сети и по различным системам теплоснабжения необходимо выбрать пункт главного меню **"Теплоснабжение"**. На панели **"Результаты"** представлены кнопки:

- Потребители,
- Трубопроводы,
- Дроссельные устройства,
- Тепловые балансы.

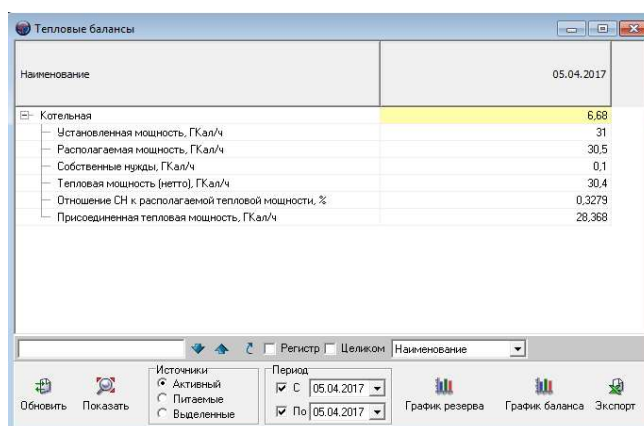
Кнопка **"Потребители"** открывает список систем теплоснабжения, по которым формируются сводные таблицы результатов расчета.

Кнопка **"Трубопроводы"** содержит два пункта: трубопроводы и рекомендуемые диаметры. Пункт **"Трубопроводы"** формирует сводную таблицу результатов гидравлического расчета по элементам трубопроводов. Пункт **"Рекомендуемые диаметры"** формирует сводную таблицу, в которой представлены рекомендации по замене существующих диаметров трубопроводов.

Рекомендации формируются на основании требований к удельным гидравлическим потерям, заданных в **"Настройках"** в п. **"Отображение"**. Нормативом для подбора диаметров трубопроводов принимается диапазон удельных гидравлических потерь, соответствующий **"Зеленой зоне"** заданных параметров.

Кнопка **"Дроссельные устройства"** открывает список систем теплоснабжения, для которых в результате наладочного расчета формируются таблицы с параметрами дроссельных устройств.

Кнопка **"Тепловые балансы"** открывает форму для расчета тепловых балансов источников.



Наименование	05.04.2017
Котельная	6,68
Установленная мощность, Гкал/ч	31
Располагаемая мощность, Гкал/ч	30,5
Собственные нужды, Гкал/ч	0,1
Тепловая мощность (нетто), Гкал/ч	30,4
Отношение СН к располагаемой тепловой мощности, %	0,3279
Присоединенная тепловая мощность, Гкал/ч	28,368

Функционал формы позволяет сформировать параметры теплового баланса активного источника, зависимых или выделенных на схеме источников и ЦТП. Так же можно отследить изменение параметров теплового баланса за нужный период времени, построить график резервов источников и ЦТП и график тепловых балансов. Присутствует функция экспорта результатов таблицы в формат Excel.

## **6. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВСЕХ ВИДОВ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫХ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК МЕЖДУ ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

Моделирование переключений, осуществляемых по тепловым сетям городского округа город Кострома, осуществляется решением коммутационных задач, позволяющих анализировать изменения режимов работы тепловых сетей вследствие отключения задвижек или участков сети. В результате решения этих задач определяются объекты, подлежащие отключению. Результаты расчета отображаются на карте в виде тематической раскраски отключенных участков и потребителей и выводятся в отчет.

## **7. РАСЧЕТ БАЛАНСОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПО ИСТОЧНИКАМ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ПО ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ ПРИЗНАКУ**

Расчет балансов тепловой энергии по источникам в модели тепловых сетей городского округа организован по принципу того, что каждый источник привязан к своему административному району. В результате получаем расчет балансов тепловой энергии по источникам тепла и по территориальному признаку.



## **8. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ЧЕРЕЗ ИЗОЛЯЦИЮ И С УТЕЧКАМИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ**

Расчет нормативных потерь тепла через изоляцию выполняется с целью определения нормативных тепловых потерь через изоляцию трубопроводов в течение года. Тепловые потери определяются суммарно за год с разбивкой по каждому месяцу. Анализ результатов расчета производится как по всей тепловой сети, так и по каждому источнику тепловой энергии или центральному тепловому пункту (ЦТП). Расчет может быть выполнен с учетом поправочных коэффициентов на нормы тепловых потерь. Результаты выполненных расчетов экспортируются в MS Excel.

Более подробная информация по расчетам потерь существующих тепловых сетей приведена в Главе 1 обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения городского округа город Кострома на 2023-2028 г.

## **9. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Расчет показателей надежности теплоснабжения проведен в составе расчетного комплекса ТеплоЭксперт в соответствии с методикой, определенной в Приказе Минэнерго России и Минрегиона России от 29.12.2012 № 565/667 «Об утверждении методических рекомендаций по разработке схем теплоснабжения».

Результаты расчета представлены в Главе 9 «Оценка надежности теплоснабжения» обосновывающих материалов к схеме теплоснабжения городского округа город Кострома на 2023-2028 г.

## **10. ГРУППОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТОВ (УЧАСТКОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ, ПОТРЕБИТЕЛЕЙ) ПО ЗАДАНЫМ КРИТЕРИЯМ С ЦЕЛЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВАРИАНТОВ СХЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Групповые изменения характеристик объектов применимы для различных целей и задач гидравлического моделирования, однако его основное предназначение - калибровка расчетной гидравлической модели тепловой сети. Трубопроводы реальной тепловой сети всегда имеют физические характеристики, отличающиеся от проектных, в силу происходящих во времени изменений - коррозии и выпадения отложений, отражающихся на изменении эквивалентной шероховатости и уменьшении внутреннего диаметра вследствие зарастания. Очевидно, что эти изменения влияют на гидравлические сопротивления участков трубопроводов, и в масштабах сети в целом это приводит к весьма значительным расхождением результатов гидравлического расчета по «проектным» значениям с реальным гидравлическим режимом, наблюдаемым в эксплуатируемой тепловой сети. С другой стороны, измерить действительные значения шероховатостей и внутренних диаметров участков действующей тепловой сети не представляется возможным, поскольку это потребовало бы массового вскрытия трубопроводов, что вряд ли реализуемо.

В подсистеме гидравлических расчетов имеется специальный инструмент для осуществления массовых изменений характеристик нагрузок потребителей с целью моделирования - таким образом, чтобы при этом не менять паспортные значения нагрузок абонентов тепловой сети.

Этот инструмент позволяет применить общее правило изменения характеристик тепловой нагрузки одновременно для некоторой совокупности потребителей, определяемой заданным критерием отбора, в частности:

- по всей базе данных описания тепловой сети;
- по одной из связанных компонент (тепловой зоне источника);
- по некоторой графической области, заданной произвольным многоугольником;
- по типу объектов теплоснабжения (жилье, административные здания, промышленность и т.д.);
- по признаку ведомственной подчиненности;
- по признаку административного деления;
- по признаку территориального деления.

Критерии отбора могут быть любыми, единственное существенное требование: соответствующая информация, на основании которой строится критериальный отбор, должна в явном виде присутствовать в базе данных описания потребителей системы теплоснабжения городского округа город Кострома.

Для потребителей, отобранных по заданному критерию, можно выполнить любое из следующих изменений характеристик нагрузки:

- включение/отключение одного или нескольких видов тепловой нагрузки;
- ограничение одного или нескольких видов тепловой нагрузки (в % от паспортной, в т.ч. и более 100%);

- изменение температурного графика и/или удельных расходов теплоносителя по видам тепловой нагрузки;
- изменение способа задания тепловой нагрузки из списка, имеющегося в паспорте (проектная/договорная/фактическая).

После проведения серии изменений характеристик нагрузок автоматически производится гидравлический расчет тепловой сети, результаты которого сразу же доступны для визуализации на схеме и анализа.

Поскольку при изменении характеристик нагрузки паспорта потребителей не меняются, очень просто вернуться к исходному состоянию расчетной гидравлической модели, определяемому паспортными значениями тепловых нагрузок потребителей.

## **11. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ГРАФИКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И АНАЛИЗА СЦЕНАРИЕВ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ**

Целью построения пьезометрического графика является наглядная иллюстрация результатов гидравлического расчета (наладочного, поверочного, конструкторского). Это основной аналитический инструмент специалиста по гидравлическим расчетам тепловых сетей. При этом на экран выводятся:

- линия давления в подающем трубопроводе
- линия давления в обратном трубопроводе
- линия поверхности земли
- линия потерь напора на шайбе
- высота здания
- линия вскипания
- линия статического напора

Цвет и стиль линий задается пользователем.

В таблице под графиком выводятся для каждого узла сети наименование, геодезическая отметка, высота потребителя, напоры в подающем и обратном трубопроводах, величина дросселируемого напора на шайбах у потребителей, потери напора по участкам тепловой сети, скорости движения воды на участках тепловой сети и т.д. Количество выводимой под графиком информации настраивается пользователем.

Построению пьезометрического графика предшествует выбор искомого пути. Для этой цели на схеме тепловой сети отмечаются не менее двух узлов, через которые должен пройти выбранный путь. В общем случае, с учетом закольцованности тепловых сетей, может существовать более одного пути, соединяющего заданные точки. В этом случае для однозначного определения результата можно указать промежуточные точки, либо изменить критерий поиска пути (это может быть минимизация количества участков, минимизация гидравлического сопротивления либо минимизация суммарной длины, поиск по линиям подающей или обратной магистрали). Путь строится программой автоматически, найденный путь "подсвечивается" на экране цветом выделения.

После выбора требуемого пути одним кликом мыши строится пьезометрический график. Состав отображаемой на нем информации, легенда и масштаб представления легко настраиваются пользователем в удобном для него виде. График может быть при необходимости распечатан либо экспортирован в другие приложения через буфер обмена Windows.

Пьезометрический график является незаменимым инструментом при калибровке гидравлической модели тепловой сети, поскольку графическая интерпретация гидравлического режима позволяет одновременно качественно и количественно оценить поправки, которые необходимо внести в расчетную модель, чтобы она наиболее адекватно повторяла "гидравлическое поведение" реальной тепловой сети в эксплуатации.

## **12. ОПИСАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ В ПОРЯДКЕ, УСТАНОВЛЕННОМ МЕТОДИЧЕСКИМИ УКАЗАНИЯМИ ПО РАЗРАБОТКЕ СХЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЙ В СОСТАВЕ ОБОРУДОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ, ТЕПЛОВОЙ СЕТИ И ТЕПЛОПОТРЕБЛЯЮЩИХ УСТАНОВОК ЗА ПЕРИОД, ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ АКТУАЛИЗАЦИИ СХЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Глава 3 обосновывающих материалов ранее при разработке схемы теплоснабжения городского округа город Кострома в 2013 году не была разработана (отсутствовала) и была вновь разработана позднее при актуализации схемы теплоснабжения городского округа город Кострома.

Изменения в гидравлических режимах, определяемых в порядке, установленном методическими указаниями по разработке схем теплоснабжения, не внесены в связи с тем, что теплоснабжающими организациями не в полном объеме представлена информация по изменённому составу оборудования источников тепловой энергии, тепловых сетей и теплопотребляющих установок за период, предшествующий актуализации схемы теплоснабжения.